

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

KATHIA CAROLINE DA SILVA

**QUALIDADE DA ÁGUA PLUVIAL COLETADO EM TELHADOS
DE EDIFICAÇÕES PARA CONSUMO RESIDENCIAL**

CAMPO MOURÃO

2018

KATHIA CAROLINE DA SILVA

**QUALIDADE DA ÁGUA PLUVIAL COLETADO EM TELHADOS
DE EDIFICAÇÕES PARA CONSUMO RESIDENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof^ª. Dr^ª Paula Cristina Souza

Co-orientador: Prof. Paulo Henrique Rodrigues

CAMPO MOURÃO

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

**QUALIDADE DA ÁGUA PLUVIAL COLETADO EM TELHADOS DE EDIFICAÇÕES PARA
CONSUMO RESIDENCIAL**

por

Kathia Caroline da Silva

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 8:30 min do dia 28 de Junho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Morgana Suszek Gonçalves

((UTFPR))

Prof. Dr. Helton Rogério Mazzer

(UTFPR)

Prof. Paulo Henrique Rodrigues

((UTFPR))

Co-orientador

Prof^a. Dr^a. Paula Cristina Souza

(UTFPR)

Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Ronaldo Rigobello

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo milagre da vida e pelas oportunidades que ele me concedeu até aqui.

Aos meus pais Ivany e Jair e ao meu irmão Vinícios, pela constante presença, amor e incentivo em todas as etapas da minha vida. Ao meu namorado Cleber pelo carinho, companheirismo e compreensão.

A professora Paula Cristina Souza, pelas oportunidades, pela confiança, e orientação.

A estagiaria de laboratório Ana Carolina Landgraf do NUPEA (Núcleo de Pesquisa de Engenharia Ambiental) pela ajuda e auxílio nas amostras para elaboração desse trabalho.

A todos meus familiares, tios, primos e avós que sempre me deram apoio nessa jornada.

Aos locais que foram coletados as amostras para a realização desse trabalho pela colaboração.

Ao NUPEA (Núcleo de Pesquisa de Engenharia Ambiental) pela estrutura utilizada no desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

SILVA, Kathia C. (2018). **Qualidade da água pluvial coletado em telhados de edificações para consumo residencial**. Campo Mourão, 2018. 44p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Campo Mourão.

O uso da água da chuva pode diminuir o consumo de água potável, reduzindo a demanda nos mananciais. A coleta de água pluvial é uma solução sustentável que contribui para uso racional da água, além disso, pode proporcionar uma diminuição nas faturas pagas pelo usuário às concessionárias de abastecimento de água. A água da chuva foi coletada diretamente da atmosfera e de telhados, a fim de analisar as alterações em sua qualidade após a passagem pela área de captação. Este trabalho teve como objetivo a avaliação da qualidade das águas pluviais tendo como foco sua utilização não potável. Os parâmetros analisados foram pH, cor, turbidez, demanda química de oxigênio (DQO), condutividade, sólidos totais e sólidos suspensos de nove amostras de água da chuva em 9 diferentes dias. Os padrões para análises foram seguidos de acordo com a NBR 15527:2007, tendo em vista os critérios de uso de água e os parâmetros exigidos para a utilização proposta. Na análise dos parâmetros físico-químicos, na maioria das coletas, foram obtidos valores que se encontravam dentro dos limites estabelecidos pela NBR 15527:2007.

Palavras-chave: águas pluviais, aproveitamento de água de chuva, qualidade da água de chuva.

ABSTRACT

SILVA, Kathia C. (2018). **Quality of rainwater collected on building roofs for residential consumption**. Campo Mourão, 2018. 44p. Work of Course Conclusion - Federal Technological University of Paraná Field Campus Mourão.

The use of rainwater can reduce the consumption of potable water, reducing the demand in the water sources. Rainwater harvesting is a sustainable solution that contributes to the rational use of water, and can provide a reduction in user-paid bills to water utilities. Rainwater was collected directly from the atmosphere and from roofs in order to analyze changes in quality after passage through the catchment area. The objective of this work was to evaluate the quality of rainwater, focusing on non - potable use. The parameters analyzed were pH, color, turbidity, chemical oxygen demand (COD), conductivity, total solids and suspended solids of nine rainwater samples on 9 different days. The standards for analysis were followed in accordance with NBR 15527: 2007, in view of the water use criteria and the parameters required for the proposed use. In the analysis of the physical-chemical parameters, in the majority of the collections, values were obtained that were within the limits established by NBR 15527: 2007.

Keywords: rainwater, use of rainwater, quality of rainwater.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Reservatório de autolimpeza com torneira boia	14
Figura 2- Descarte da primeira chuva com sistema de boia	15
Figura 3-Distribuição do consumo de água nas residências de São Paulo.....	18
Figura 4 - Localização da água coletada do telhado de fibrocimento.....	22
Figura 5 - Fachada do local da água coletada do telhado de fibrocimento	23
Figura 6 - Localização da água coletada do telhado de zinco.....	24
Figura 7 - Fachada do local da água coletada do telhado de zinco.....	25
Figura 8 - Localização da água coletada do in natura.....	26

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Valores obtidos de turbidez (UNT).....	30
Gráfico 2 - Valores obtidos de cor (uH).....	31
Gráfico 3 - Valores obtidos de pH	32
Gráfico 4 - Valores obtidos de DQO (mg/L)	33
Gráfico 5 - Valores obtidos de condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	34
Gráfico 6 - Valores obtidos de sólidos dissolvidos totais no telhado de zinco (mg/L)	35
Gráfico 7 - Valores obtidos de sólidos dissolvidos totais in natura (mg/L).....	36
Gráfico 8 - Valores obtidos de sólidos dissolvidos totais no telhado de fibrocimento (mg/L).....	36
Gráfico 9 - Valores obtidos de sólidos suspensos totais no telhado de zinco (mg/L)	37
Gráfico 10 - Valores obtidos de sólidos suspensos totais in natura (mg/L)	38
Gráfico 11 - Valores obtidos de sólidos suspensos totais no telhado de fibrocimento (mg/L).....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Parâmetros de qualidade de água da chuva para uso não potáveis.....	19
Tabela 2 - Parâmetros de qualidade de água da chuva de acordo com o ANA/FIESP (2005).....	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	11
2.1	OBJETIVO GERAL	11
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3	REFERÊNCIAL TEÓRICO	12
3.1	ÁGUA E SUSTENTABILIDADE	12
3.2	APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA	13
3.3	QUALIDADE DA ÁGUA CAPTADA PARA USO	15
3.4	ESCASSEZ DA ÁGUA	16
3.5	CONSUMO SUSTENTÁVEL	17
3.6	LEGISLAÇÃO	18
3.6.1	LEGISLAÇÃO MUNICIPAL	19
3.6.2	LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE CAMPO MOURÃO	19
3.7	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	19
4	MATERIAIS E MÉTODOS	21
4.1	AMOSTRAGEM	21
4.2	LOCALIZAÇÃO	22
4.3	DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS	26
4.3.1	COR	26
4.3.2	TURBIDEZ	27
4.3.3	PH	27
4.3.3.1	Material	27
4.3.3.2	Procedimento	27
4.3.4	DETERMINAÇÃO DA DQO	28
4.3.5	CONDUTIVIDADE	28
4.3.6	SÓLIDOS TOTAIS	28
4.3.6.1	Determinação dos sólidos totais (ST)	29
4.3.6.2	Determinação de sólidos totais fixos e voláteis (STF e STV)	29
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1	ANÁLISE DE DADOS	30
6	CONCLUSÃO	39

1 INTRODUÇÃO

A água potável pode ser difícil de se obter no futuro pelo mal uso e poluição. Medidas de conservação da água devem ser tomadas para garantir a sustentabilidade deste recurso natural, sejam estas por reuso ou por aproveitamento de água de chuva.

Para Rebouças (2004), a captação de água de chuva é uma prática muito difundida em países como Austrália, Japão e Alemanha, pois é um procedimento simples que proporciona água com qualidade para fins não potáveis. Águas tratadas, cloradas e fluoradas deveriam ser reservadas para outros fins, como o cozimento de alimentos, higiene pessoal, e para outros fins que não exigem água pura como lavagem de pátios e jardins, descargas sanitária, irrigações e no setor industrial, incluindo a construção civil.

A captação de água de chuva em telhados e seu armazenamento em cisternas, para uso não potável, tem sido a alternativa de abastecimento, devido à escassez de água em praticamente todo o mundo, torna-se necessário amenizar a crise de água, inclusive com a captação das águas pluviais (SABESP, 2008).

Além das possibilidades e reaproveitamento de água citados acima Silveira (2008) descreve sobre mais opções de utilização d'água que podem ser utilizada na recarga do lençol freático, na geração de energia, na irrigação, na reabilitação de corpos d'água e industrial, na refrigeração de equipamentos, na limpeza de monumentos, em sistemas de controle de incêndio, na limpeza de banheiros e pátios, em descargas sanitárias, nas fontes luminosas, etc.

Esta pesquisa teve como finalidade a análise da qualidade da água pluvial coletada em diferentes telhados de edificações, avaliando os parâmetros de cor, turbidez, DQO, condutividade, sólidos totais e sólidos suspensos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água da chuva para uso residencial não potável.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar as características físico-químicas da água coletada no momento da chuva;
2. Avaliar as características físico-químicas da água de chuva armazenada em cisterna após passar por telhado de fibrocimento;
3. Avaliar as características físico-químicas da água de chuva armazenada em cisterna após passar por telhado de zinco;
4. Comparar os parâmetros obtidos nos dois diferentes materiais e com a NBR 15527/2007.

3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

3.1 ÁGUA E SUSTENTABILIDADE

Á água é parte importante da estrutura de todas as matérias do ambiente natural e antrópico. Sendo um recurso natural renovável e imprescindível para o desenvolvimento dos ecossistemas, e por tanto para a manutenção de toda a vida na terra, incluindo o ser humano. Tendo um poder econômico que influencia diretamente as condições socioeconômicas das populações na terra, por ser empregado em diversas atividades industriais e agropecuárias (COSTA, 2010).

O planeta Terra, que por muitas vezes é referido como o planeta água, possui três quartos da sua superfície recoberto por água (Tomaz, 2005). Deste total 97,5% compõe os oceanos e mares, somente 2,5% constituem água doce, porém 68,9% da água doce está presa em forma de calotas polares e geleiras, e outros 29,9% são águas subterrâneas, e apenas 0,3% da água disponível no planeta compõem os rios e lagos, que são mananciais mais acessíveis para o homem (COSTA, 2010).

O Brasil é considerado um país privilegiado por possuir grandes reservas de água, 12% das reservas mundiais (Tomaz, 2005). Distribuído de forma desigual pelas regiões, sendo que a região Norte possui 68,5% do total, embora a população compõem apenas 7,40% do Brasil. As regiões Centro-Oeste, Sul, Sudeste e Nordeste possuem respectivamente 15,7%, 6,5%, 6,0% e 3,3% das reservas totais do país e 6,85%, 14,91%, 42,61% e 28,23% da população brasileira estão nessas regiões (TOMAZ, 2005).

De acordo com (Costa, 2010), por anos a água foi considerada um recurso infinito, com fontes abundantes para uso do homem. Entretanto muitos especialistas estão preocupados com o mau uso, a poluição de rios e lagos e a crescente demanda por água, fazendo com que as reservas de água limpas tenham tido um evidente decréscimo em todo o planeta. Pensando nisso diversos países industrializados, como o Japão, Austrália, Estados Unidos, Singapura e a Alemanha, estão investindo seriamente em tecnologias de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis (TOMAZ, 2005).

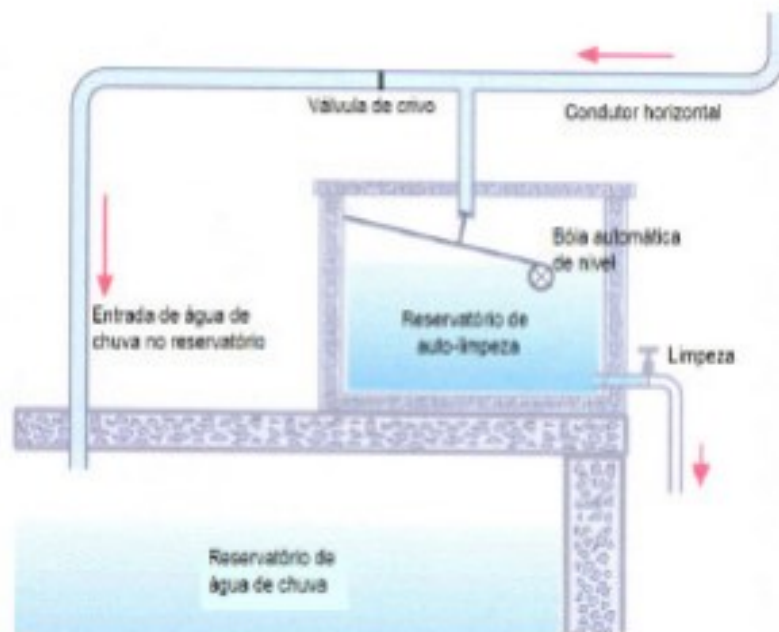
3.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

De acordo com Villiers (2002), o aproveitamento de água de chuva se faz pela coleta, por meio dos telhados das edificações, da precipitação da água sobre a superfície terrestre. Segundo o mesmo autor a precipitação é a liberação de água proveniente do vapor d'água da atmosfera sobre a superfície da Terra, sob a forma de orvalho, chuvisco, chuva, granizo, saraiva ou neve.

Estudos apontam para a necessidade de descartar a água de lavagem do telhado, ou seja, a água proveniente dos primeiros minutos de precipitação. Estas águas podem conter restos orgânicos e poeira depositados sobre o telhado, que podem contaminar a água por compostos químicos e agentes patogênicos (May, 2004). Existem dispositivos que fazem esse processo de descarte, por meio manual ou automático, chamados de dispositivos para autolimpeza. Os automáticos são baseados no peso da água, em boias e no volume (TOMAZ, 2005).

May (2004) apresentou alguns dispositivos para descarte da primeira chuva. Um deles, apresentado na Figura 1, refere-se ao reservatório de autolimpeza com torneira boia. O funcionamento desse dispositivo se dá da seguinte maneira: a água captada é direcionada para o dispositivo em questão que se encontra vazio. Quando a água atinge um determinado nível, a boia de nível que está dentro do dispositivo sobe e ocorre o fechamento automático da torneira boia (válvula). Com isso, a água começa a escoar diretamente para o reservatório. Para um próximo evento chuvoso, é necessário que o dispositivo esteja vazio para receber uma nova água de lavagem.

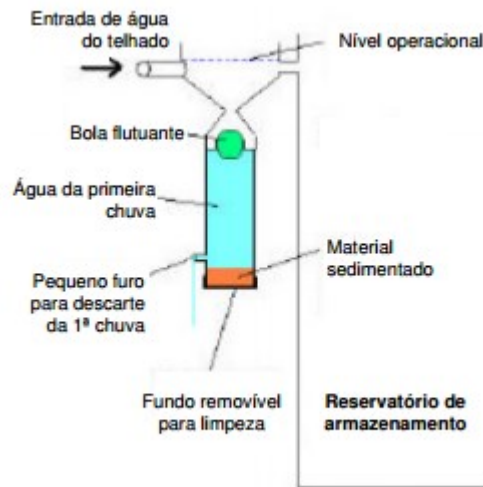
Figura 1- Reservatório de autolimpeza com torneira boia.



Fonte: Dacach (1990 apud MAY, 2004).

Outro dispositivo para descarte da primeira chuva, apresentado por Anecchini (2005), ilustrado na Figura 2, o funcionamento se dá da seguinte maneira: quando o volume do reservatório de eliminação da primeira chuva é preenchido, a entrada de água é vedada por uma bola flutuante que se encontra dentro do reservatório e assim, a água de chuva captada passar a ser direcionada diretamente para o reservatório de acumulação.

Figura 2- Descarte da primeira chuva com sistema de boia



Fonte: Ranatunga 1999 (apud ANNECCHINI, 2005).

3.3 QUALIDADE DA ÁGUA CAPTADA PARA USO

Crook, (1993) explica que para aproveitar a água da chuva, para qualquer fim específico, é importante saber que suas qualidades físicas, químicas e micro biótico, podendo ser afetadas pela qualidade da fonte geradora, da forma de tratamento adotada, da confiabilidade no processo de tratamento e da operação dos sistemas de distribuição.

Porto (1991) salienta que a composição da chuva varia com a localização geográfica do ponto de amostragem, com as condições meteorológicas (intensidade, duração e tipo de chuva, regime de ventos, estação do ano, etc.), com a presença ou não de vegetação e também com a presença de carga poluidora.

Os requisitos de qualidade, bem como a segurança sanitária, estão diretamente relacionados com o uso que será dado à água. A água das chuvas é geralmente excelente para vários usos, inclusive para beber, exceto em locais com forte poluição atmosférica, densamente povoada ou industrializada. Contudo, a contaminação atmosférica da água das chuvas normalmente é limitada a zonas urbanas e industriais fortemente poluídas e, mesmo nestes locais, a água de chuva quase sempre tem uma boa qualidade química (dureza, salinidade, alcalinidade, etc.) para vários usos, inclusive para diluir águas duras ou salobras. (JAQUES, 2005).

Dependendo da utilização, Crook (1993) descreve os critérios para a qualidade da água incluem os seguintes aspectos:

- **Proteção à saúde da população:** A água para reuso deve ser segura para o fim pretendido. A maioria dos critérios de qualidade desta água é voltada principalmente para a proteção da saúde da população e muitos são norteados apenas por preocupações com a segurança microbiológica.
- **Requisitos de uso:** Muitos usos industriais e algumas outras utilizações têm requisitos físico-químicos de qualidade que estão relacionados com a saúde da população. As qualidades físicas, químicas e microbiológicas podem limitar a aceitabilidade da água para reuso.
- **Aspectos estéticos:** Para usos mais nobres, como por exemplo, a irrigação urbana ou para a descarga de vasos sanitários, a aparência da água não deve ser diferente daquela apresentada pela água potável, ou seja, deve ser clara, sem cor e sem odor. Em represas que se destinam à recreação, a água recuperada não deve estimular o crescimento de algas.
- **Percepção da população e/ou do usuário:** A água deve ser percebida como segura e aceitável para o uso pretendido e os órgãos de controle devem divulgar tal garantia. Esta diretriz pode ocasionar a imposição de limites conservadores para a qualidade da água por parte dos órgãos de controle.

3.4 ESCASSEZ DA ÁGUA

A água pode ser abundante em alguns países, mas em outros, chega a ser quase inexistente. Kitamura, (2004) explica que a maior parte da água doce existente no mundo está localizada em apenas 10 países, entre eles o Brasil. É preciso levar em consideração que a distribuição da água é irregular, e essa situação tende a piorar devido aos fenômenos climáticos. Em alguns lugares há muita chuva e as enchentes causam grandes problemas, enquanto em outros a seca é grande.

Vários países encaram o problema da escassez da água, em consequência do desenvolvimento desordenado das cidades, da poluição dos recursos hídricos, do crescimento populacional e industrial, que geram um aumento na demanda pela água, gerando o esgotamento desse recurso.

Entre as estratégias utilizadas para reduzir o consumo de água pela população Cardoso (2010) cita as medidas de racionalização do uso de água, como a utilização de dispositivos economizadores de água, como as bacias sanitárias com volume de descarga reduzido e os registros de fechamento automático de torneiras, chuveiros e mictórios e a utilização de fontes alternativas de água.

Nas residências a realidade do desperdício também se faz presente, a água é má utilizada e desperdiçada dentro das próprias casas, muitas vezes em virtude do desconhecimento, da falta de orientação e informação dos cidadãos.

A busca por uma sociedade sustentável passa pela necessidade, de educação ambiental e pela mudança cultural de hábitos e conceitos da população.

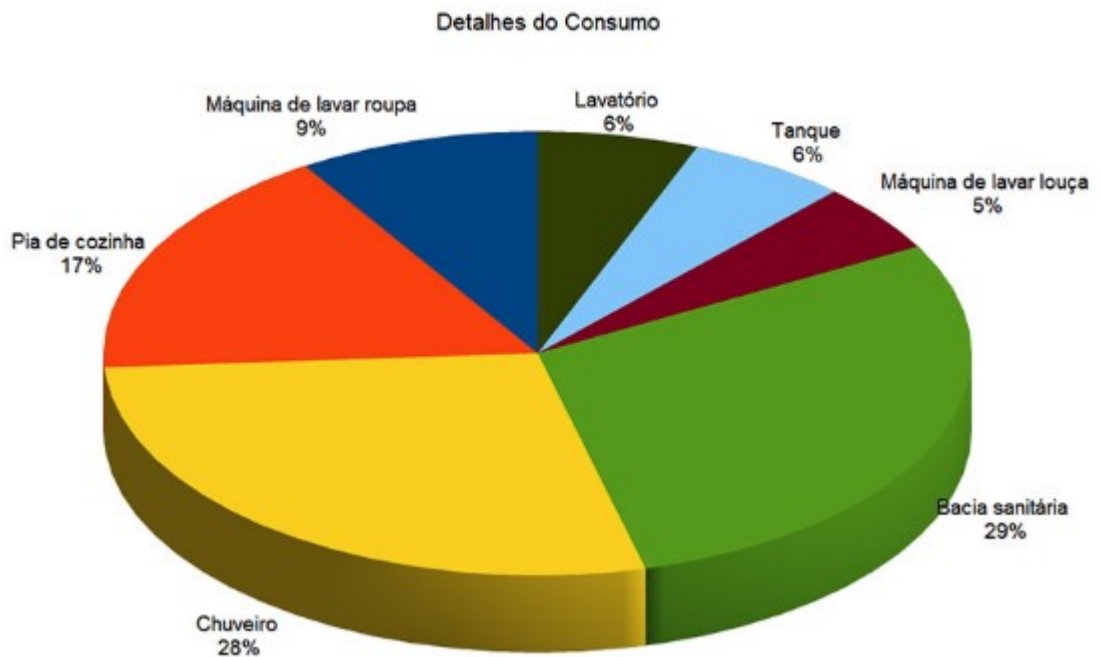
Diante desta visão, cresce a necessidade de se encontrar maneiras de preservar a água. As soluções que preservam a quantidade e a qualidade da água, tendo como meta a redução do consumo de água potável e consequente conservação dos recursos hídricos.

3.5 CONSUMO SUSTENTÁVEL

O crescimento populacional aliado com os problemas de escassez de água e a poluição dos mananciais que abastecem as cidades acarretam na dificuldade das companhias responsáveis pelo abastecimento em manter a demanda de água com as devidas exigências de qualidade. Com isso vem a importância da conscientização da população, promovendo assim a utilização racional da água tratada que chega às residências, reduzindo o consumo indevido deste recurso e incentivando o uso de água de chuva para usos não potáveis. Minimizando assim os problemas de escassez de água e os impactos causados pelas chuvas devido a urbanização como enchentes e erosões (FENDRICH, 2002, p. 398).

A água para consumo humano pode ter dois fins distintos, para higiene pessoal, para beber e na preparação de alimentos este são denominados usos potáveis, e a outra parcela são destinados aos usos não potáveis, como lavagem de roupas, carros e calçadas, irrigação de jardins e descarga de vasos sanitários. Estudos realizados mostram que em uma residência os pontos de maior consumo de água são para descarga nos vasos sanitários, lavagem de roupas e para tomar banho, isso pode ser visto na figura 3.

Figura 3-Distribuição do consumo de água nas residências de São Paulo



Fonte: Tem Sustentável, 2017.

De acordo com Cardoso (2010) em média, 40% do total de água consumida em uma residência são destinados aos usos não potáveis. Desta forma, estabelecendo um modelo de abastecimento de rede dupla de água, sendo uma rede de água potável e outra de água de reuso, a conservação da água, através da redução do consumo de água potável, seria garantida.

O uso da água da chuva além de conservação da água, reduz a dependência das fontes de abastecimento, reduz o escoamento superficial e dá chance à restauração do ciclo hidrológico nas áreas urbanas.

3.6 LEGISLAÇÃO

Atualmente existem algumas legislações que auxiliam nos parâmetros que precisam ser consideradas para o aproveitamento da água captado nas edificações. Serão apresentadas algumas legislações, normas que podem auxiliar para escolha dos parâmetros de qualidade da água pluvial. No Brasil, até o momento existe

somente norma que aborda aspectos da qualidade da água pluvial, a NBR 15.527/2007 (Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos).

3.6.1 Legislação Municipal

Em Curitiba com a criação em 2003 da n° Lei 10.785, de 18 de setembro, que regulamenta o Programa de Conservação e Uso Racional de Águas em Edificações, institui medidas de conservação de água, do uso racional de água e da utilização de fontes alternativas para a captação de água em novas edificações. O programa tem como objetivo a conscientização dos usuários sobre a importância do uso racional da água potável.

3.6.2 Legislação Municipal de Campo Mourão

A Lei N° 1934, de 23 de Maio de 2005 criou no município de Campo Mourão, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações - PURAE.

O poder legislativo de Campo Mourão, estado do Paraná, aprovou e, sancionou a seguinte lei: O Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE, tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da economia da água.

3.7 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os valores dos parâmetros para qualidade de água pluvial coletado para este trabalho.

Tabela 1-Parâmetros de qualidade de água da chuva para uso não potáveis.

Parâmetro	Valor
Turbidez	<2,0 uT , para usos menos restritivos <5,0 uT
Cor aparente	<15 uH

pH

6 á 8

Fonte: NBR 15527- Aproveitamento de água de chuva (2007).

O Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações (ANA, FIESP e SindusCon-SP, 2005) especifica as condições mínimas e padrões de qualidade da água para reúso, conforme apresentado na tabela subdividindo a água de reúso em 4 classes, conforme o uso a que se destina:

- Água de reúso Classe 1: destinada ao uso em descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos e fins ornamentais, lavagem de roupas e de veículos;
- Água de reúso Classe 2: destinada a usos associados à fase de construção de um edifício (lavagem de agregados, preparação do concreto, compactação do solo, controle de poeira);
- Água de reúso Classe 3: destinada à irrigação de áreas verdes e rega de jardins;
- Água de reúso Classe 4: destinada ao resfriamento de equipamentos de ar condicionado (torres de resfriamento) (HAGEMANN, 2009).

Tabela 2 - Parâmetros de qualidade de água da chuva de acordo com o ANA/FIESP (2005).

Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Cor (uH)	10	-	30	-
DQO (mg/L)	-	-	-	75
pH	6-9	6-9	6-9	6,8-7,2
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	500	-	-	500
Sólidos suspensos totais (mg/L)	5	30	20	100
Turbidez (UNT)	2	-	5	-

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 AMOSTRAGEM

Os resultados serão expressos pelas médias dos resultados das determinações analíticas, e comparados com os parâmetros de referência estabelecidos pela NBR 15527/2007, e o manual de conservação e reuso da água em edificações ANA/FIESP.

A amostragem foi em 3 diferentes imóveis, localizados na região central da cidade de Campo Mourão – PR e Farol- PR.

A coleta da água de chuva foi feita em diferentes pontos, sendo cada uma delas em datas de precipitações diferentes. A água proveniente para amostragem foi coletada após passagem pelas seguintes coberturas: telhado de zinco e fibrocimento, sendo coletas da cisterna. Também foram captadas águas diretamente da chuva para comparação.

A água foi armazenada em recipientes de plástico 1 litro, perfeitamente limpos e enxaguados com a água e armazenados, e depois lacrada.

Para a avaliação da qualidade da água de chuva foram realizadas coletas nos seguintes pontos:

- Coleta direta da chuva - sem interferência de telhados ou qualquer tipo de superfície;
- Após passar por telhado de zinco (cisterna);
- Após passar por telhado fibrocimento (cisterna);

A água foi coletada em triplicata em nove diferentes dias, no período de 24/09/2017 a 25/03/2018.

Os pontos de coleta foram denominados como telhados de zinco, na qual a água foi coletada na cisterna de um barracão em Farol-PR, in natura que foi coletado diretamente da atmosfera no momento da chuva, e telhado de fibrocimento que foi coletado na cisterna de um edifício na região central de Campo Mourão-PR. Os dias coletados foram:

Coleta 1- 24/09/2017

Coleta 2- 27/09/2017

Coleta 3- 07/10/2017

Coleta 4- 09/03/2018

Coleta 5-13/03/2018

Coleta 6-15/03/2018

Coleta 7-20/03/2018

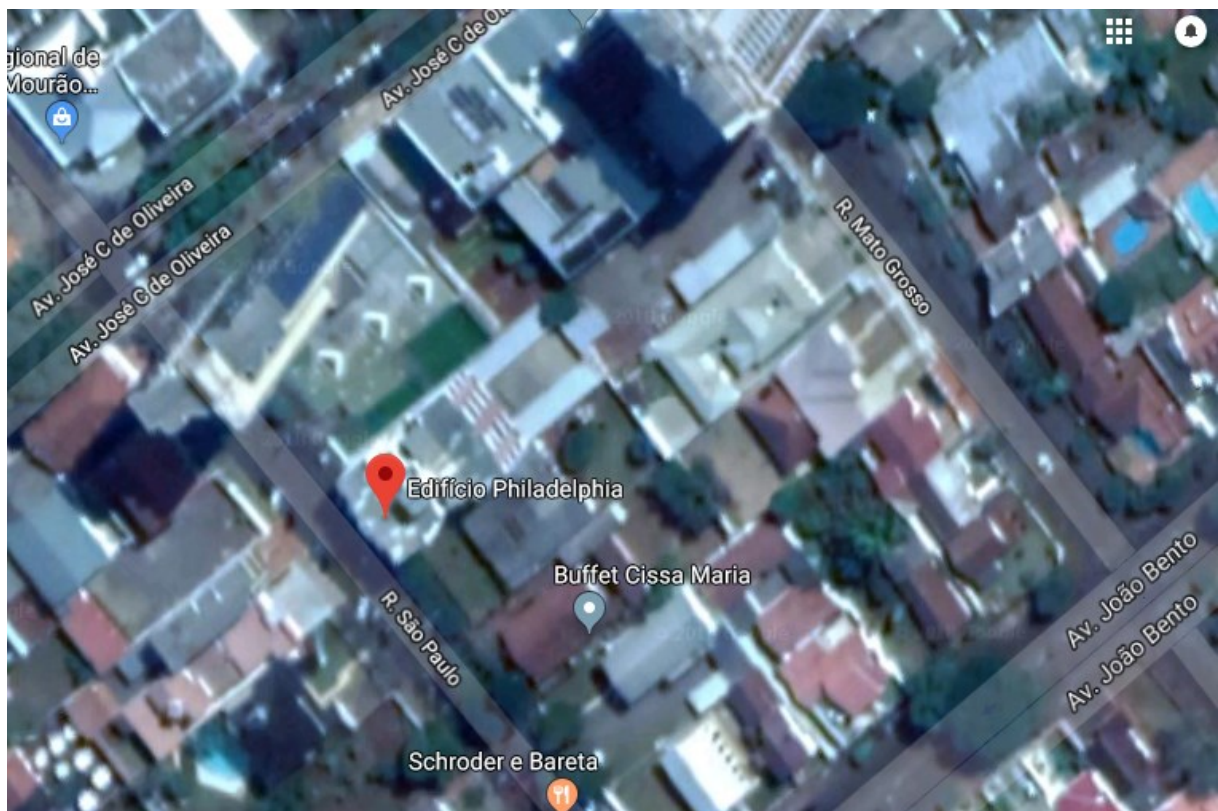
Coleta 8-23/03/2018

Coleta 9-25/03/2018

4.2 LOCALIZAÇÃO

Foram selecionadas três áreas de estudo, a fim de analisar a qualidade da água da chuva. A primeira área está localizada no centro da cidade de Campo Mourão-PR, na Rua São Paulo, a quadra fica localizada entre a Avenida José Custodio de Oliveira e a Avenida João Bento.

Figura 4 - Localização da água coletada do telhado de fibrocimento



Fonte: Google Maps (2018).

A água do telhado de fibrocimento foi coletada das cisternas do Edifício Philadelphia, essa cisterna ficam na garagem, e a retirada da água da cisterna é por meio de uma bomba hidráulica. Na Figura 5 podemos ver a fachada do edifício.

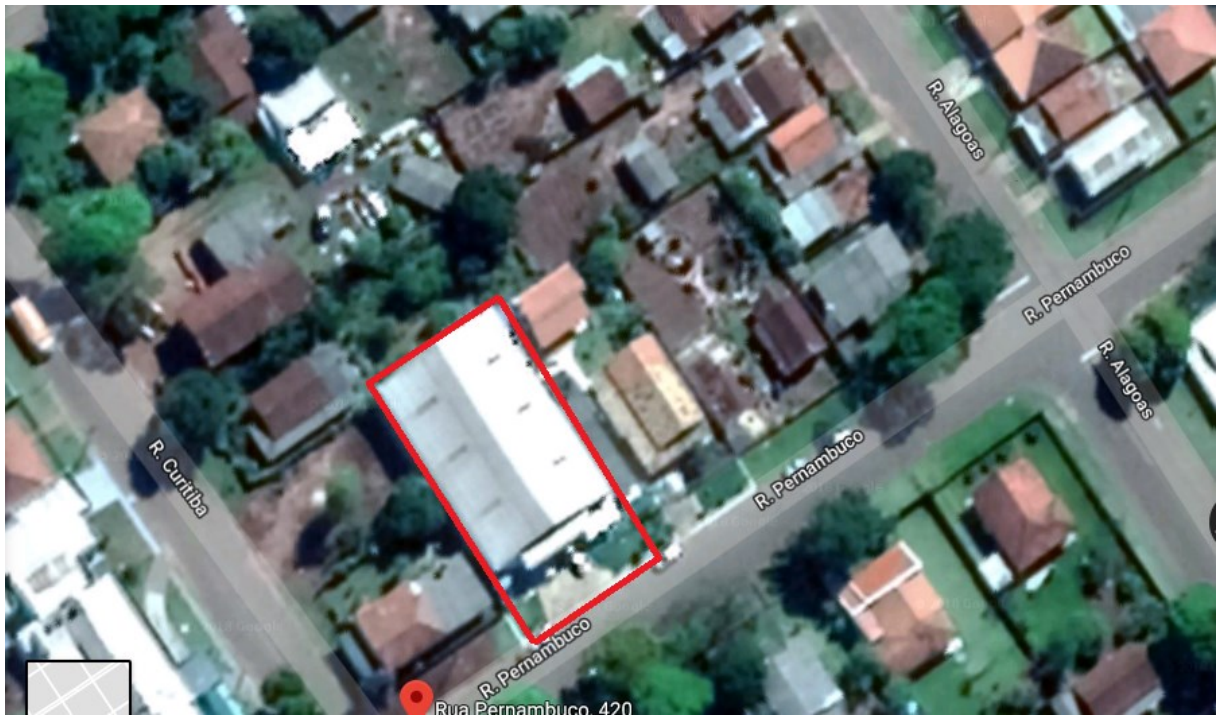
Figura 5 - Fachada do local da água coletada do telhado de fibrocimento



Fonte: Google Maps (2018).

O segundo ponto em que a água foi coletada foi na cidade de Farol-PR, localizada na Rua Pernambuco, a quadra fica entre a Rua Alagoas e a Rua Curitiba.

Figura 6 - Localização da água coletada do telhado de zinco.



Fonte: Google Maps (2018).

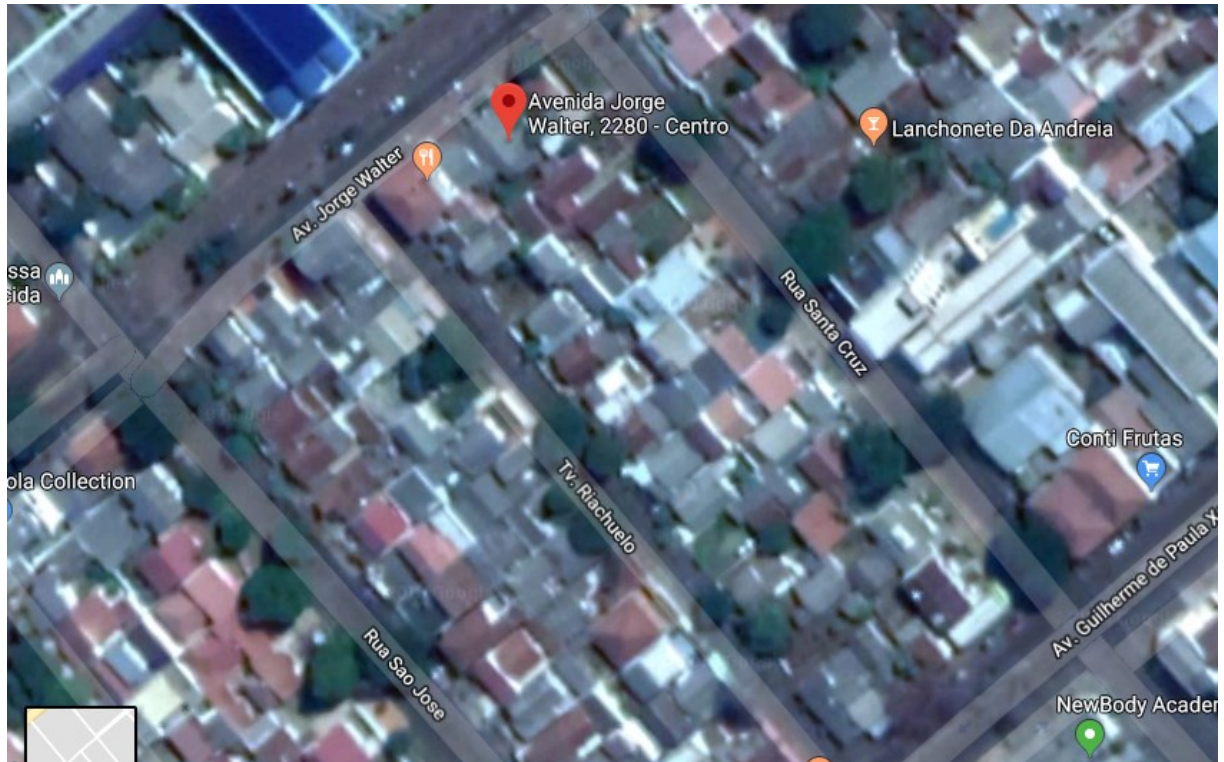
A água do telhado de zinco foi coletada das cisternas de um barracão, a água é retirada por uma tubulação que é ligada na cisterna.

Figura 7 - Fachada do local da água coletada do telhado de zinco.



E o terceiro ponto foi retirado do bairro Vila Urupês na cidade Campo Mourão, na Avenida Jorge Walter, a quadra é localizada entre a Rua Santa Cruz e a Rua São José.

Figura 8 - Localização da água coletada do in natura



Fonte: Google Maps (2018).

A água foi coletada no momento da chuva, sem interferência nenhuma de telhados. A água foi coletada no quintal por um balde.

4.3 DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS

O controle de qualidade da água para fins não potáveis foi realizado segundo a NBR 15527/2007. Os parâmetros a serem determinados e seus respectivos métodos de análises foram:

4.3.1 Cor

A água coletada foi introduzida no tubo de Nessler, esse foi comparado com uma água padrão, água destilada, dessa maneira foi determinada a cor aparente da amostra, a partir o disco de cor do espectrofotômetro, com um comprimento de onda de 455 nm.

4.3.2 Turbidez

O turbidímetro é o aparelho utilizado para a leitura, este aparelho é constituído de um nefelômetro sendo a turbidez expressa em unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

O aparelho detecta diferenças de turbidez de 0,002 unidades para águas com turbidez menor que 1 unidade. A turbidez máxima medida é 40 UNT, sendo necessário realizar diluições se a medida de turbidez superar o valor máximo.

4.3.3 pH

4.3.3.1 Material

- 3 Béqueres de 50 mL
- 1 Piseta
- 1 Potenciômetro (peagâmetro)
- 1 Papel absorvente

4.3.3.2 Procedimento

- a) Foi ligado o aparelho e deixado em aquecimento durante 20 minutos.
- b) Os eletrodo foram lavados com água destilada .
- c) Os ponteiros do potenciômetro foram ajustados com valor do pH do tampão de 7 e pH = 4.
- d) O eletrodo foi lavado novamente com água
- e) Foi colocado o aparelho em cada amostra, sempre lavando o eletrodo com água destilada entre uma amostra e outras, após a medida de pH de cada amostra.

4.3.4 Determinação da DQO

- a) Em tubos de borossilicato com tampas rosqueáveis, com o auxílio de pipeta de vidro, foi adicionado 2,5 mL de amostra concentrada, e 2,5 mL de água destilada (para o branco), das soluções de padrão preparadas para a curva de calibração;
- b) Segurando o tubo próximo à rosca, foi adicionado, com o auxílio de dispensadores, 1,5 mL da solução de bicromato de potássio e, vagarosamente 3,0 mL da solução de sulfato de prata em ácido sulfúrico;
- c) Fechado hermeticamente o tubo e agitado, segurando-o agora, pela tampa;
- d) Os tubos foram colocados no digestor previamente aquecido à temperatura de 150 ° C, e mantendo-a durante 120 minutos.
- e) O espectrofotômetro foi ligado 30 minutos antes da leitura e fixado o comprimento de onda em 620 nm
- f) Após resfriamento, os tubos foram limpos com papel absorvente, para retirar qualquer marca no tubo;
- g) O equipamento foi zerado com solução do teste em branco. Sem seguida, feita as leituras de absorvâncias de padrões e amostras;
- h) Para obtenção da reta de calibração, foi feita a plotagem das absorbâncias das soluções do padrão no eixo y contra os valores de DQO em mg/L das soluções de KHP no eixo x, e determinar a equação da reta obtida

4.3.5 Condutividade

Para a medida da condutividade elétrica foi utilizado um equipamento denominado de condutímetro, que se baseia na intensidade da corrente elétrica que circula entre os eletrodos. Partindo do princípio que a água pura é uma péssima condutora de eletricidade, quanto menor a condutividade elétrica, menor será a quantidade de íons dissolvidos e impurezas na água e dessa forma pode ser analisado a quantidade de sólidos totais dissolvidos.

4.3.6 Sólidos totais

Hagemann (2009) explica que os sólidos são definidos como todas as impurezas presentes na água, com exceção dos gases dissolvidos. De acordo com

o tamanho das partículas os sólidos podem ser classificados em suspensos e dissolvidos. Os sólidos suspensos são constituídos principalmente de matéria orgânica e sedimentos de erosão e compõem a fração das partículas que fica retida após a passagem de uma amostra de volume conhecido por uma membrana filtrante com poro igual a 1,2 μm .

4.3.6.1 Determinação dos sólidos totais (ST)

Inicialmente, preparar a capsula de porcelana que servirá de suporte para a amostra:

- a) Calcinar a capsula de porcelana em dessecador. Determinar a massa M1, em miligramas, em balança analítica;
- b) Transferido um volume da amostra (V1 em mililitros), de tal forma que a quantidade de resíduo não superasse 200mg, para capsula de massa conhecida (M1). Secar a amostra em estufa a 103°C – 150°C, até massa constante (24 horas) e determinar a massa do conjunto após resfriamento em dessecador (M2, em miligramas);
- c) Calcular ST pela equação 1 :

$$ST = \frac{(M2-M1) \times 1000}{V1(mL)} \quad \text{Equação 1}$$

4.3.6.2 Determinação de sólidos totais fixos e voláteis (STF e STV)

- a) Após a determinação da concentração de sólidos totais, calcinar a capsula com a amostra em forno tipo mufla a 550°C por tempo suficiente para atingir massa constante (30 minutos). Determinar a massa do conjunto, após resfriamento em dessecador (M3 em mg) em balança analítica;
- b) Calcular STF pela equação 2 e STV pela equação 3:

$$STF = \frac{(M3-M1) \times 1000}{V1(mL)} \quad \text{Equação 2}$$

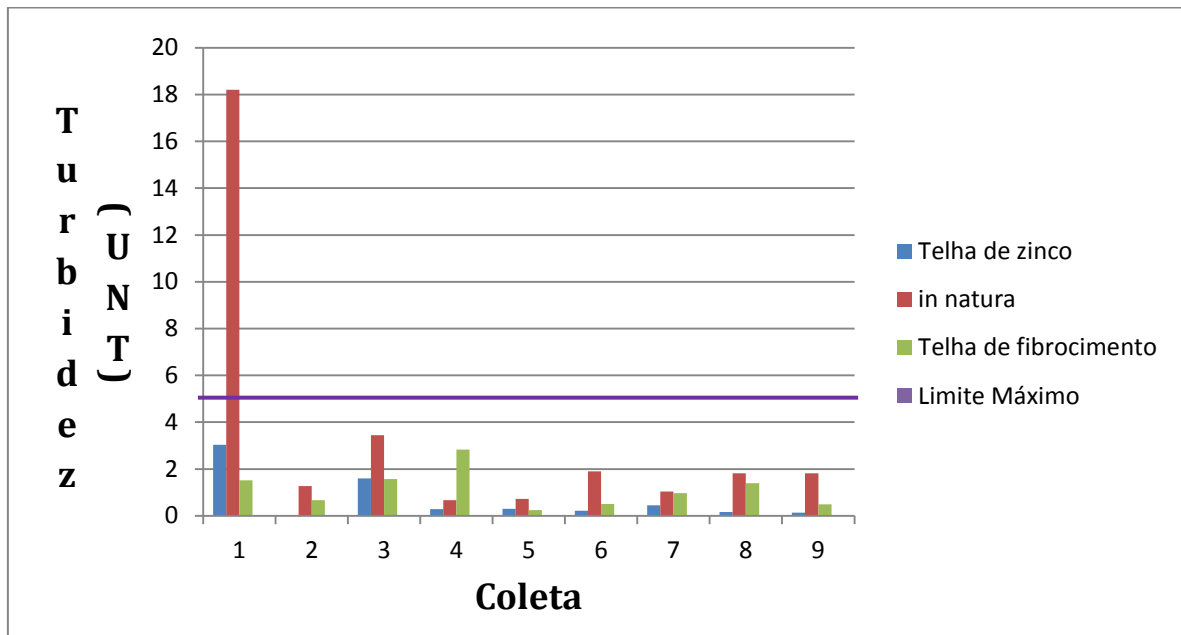
$$STV = \frac{(M3-M2) \times 1000}{V1(mL)} \quad \text{Equação 3}$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DE DADOS

No Gráfico 1 são apresentados os valores de turbidez, foi observado na coletas 1.

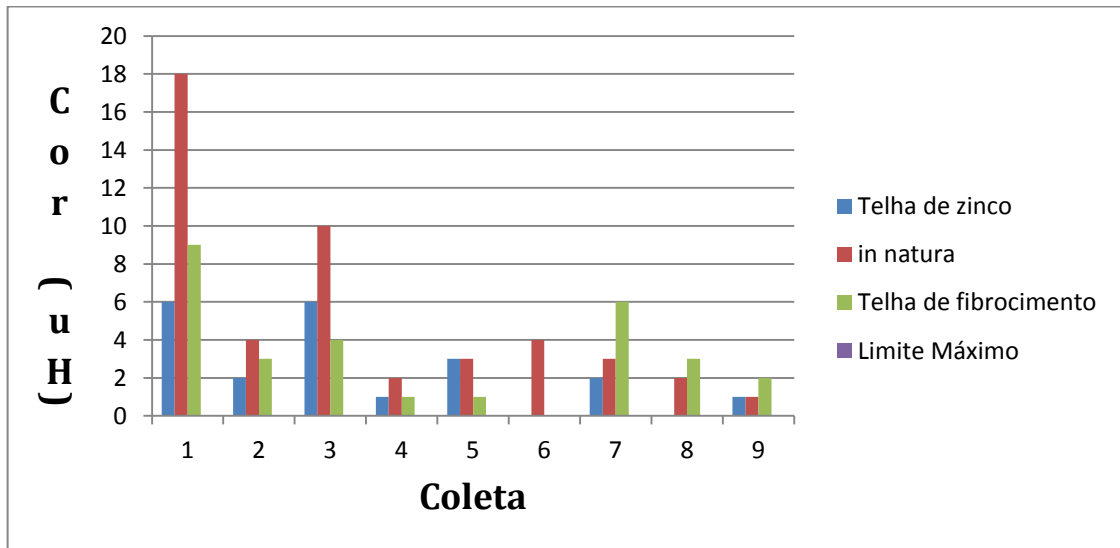
Gráfico 1 - Valores obtidos de turbidez (UNT)



Analisando o Gráfico 1 mostra os valores da turbidez em cada amostra. O maior valor foi encontrado na amostra coletada in natura na coleta 1, no valor de 18,2 UNT, esse valor está bem acima do que a norma NBR 15527 estipula (entre 2 e 5 UNT). No dia que a amostra foi recolhida fazia muitos dias que haviam chovido, no momento da chuva havia muito vento e foligem no ar que propiciou a elevação de turbidez nessa amostra direto da atmosfera. Nas demais amostras a turbidez oscilou com valores baixos, isso ocorreu porque nos demais dias as chuvas ocorreram em intervalos menores de tempo. Os demais valores estão dentro do estipulado pela norma.

No Gráfico 2 a cor oscilou de 6 a 0 no intervalo de dias coletado.

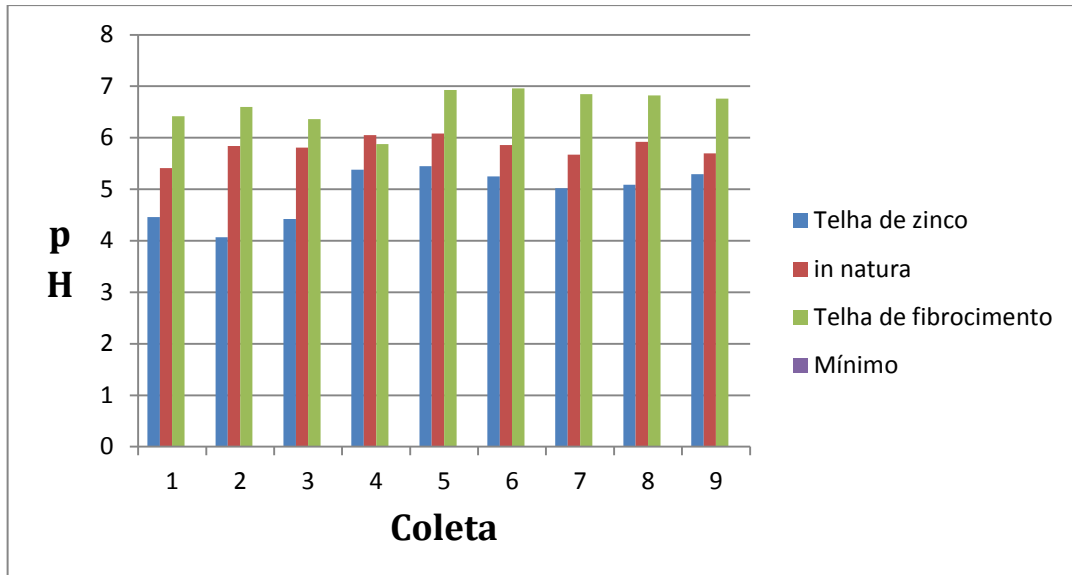
Gráfico 2 - Valores obtidos de cor (uH)



O Gráfico 2 mostra que a cor esteve abaixo do limite estipulado pela NBR 15527 que deve ser menor que 15 uH em praticamente todas as amostras coletadas, a única que ficou acima desse valor foi a amostra in natura na coleta , pelos mesmos motivos citados na turbidez, porém esse valor de 18 uH é tolerado de acordo com a ANA que estipula um valor máximo de 30 uH para a classe 3 - destinado a irrigação de áreas verdes. Portanto todos os valores estão dentro das normas.

No Gráfico 3 mostra os valores médios do pH para cada coleta, in natura, água coletada da atmosfera, os valores do pH apresentaram pouca variação de uma amostra para outra, variando entre 5,41 a 6,08.

Gráfico 3 - Valores obtidos de pH

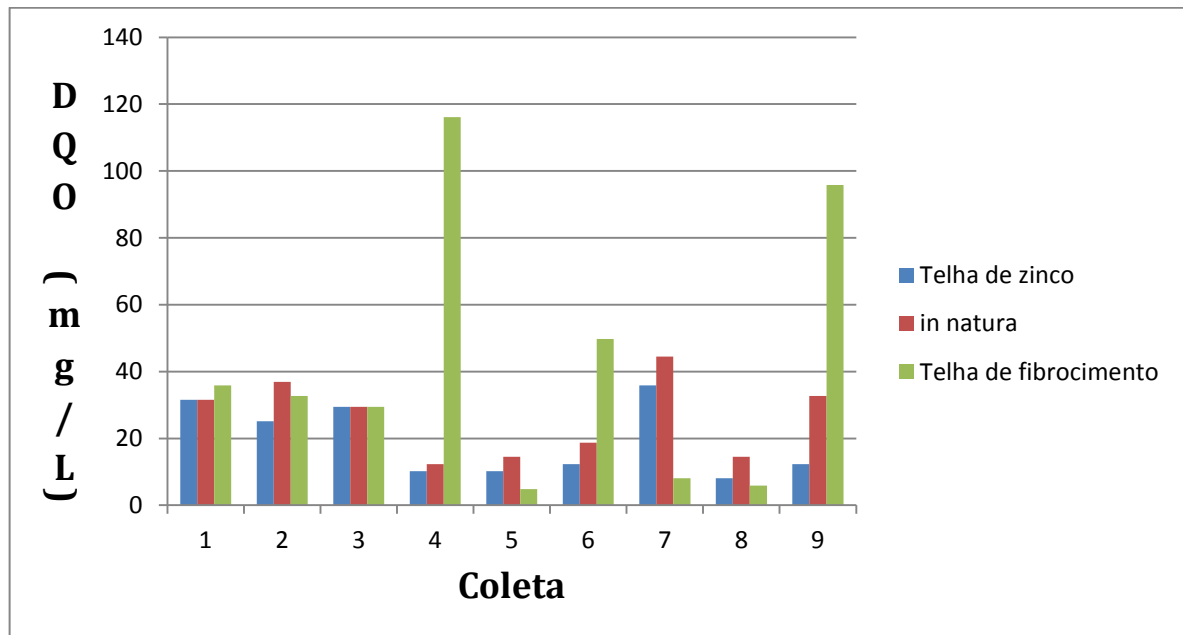


Tanto para a água coletada da atmosfera como para a que passou pelos telhados, os valores do pH apresentaram pouca variação de uma amostra para outra. O pH da água coletada após a passagem pelos telhados de zinco variou entre 4 e 5,5 (pH ácido). O pH da água coletada no momento da chuva (balde) variou entre 5 e 6 (pH ácido). Esses valores foram maiores que para a água da chuva coletada no telhado de fibrocimento, onde o pH das amostras variou entre 6 e 7 (pH 7 neutro).

Essa tendência de aumento do pH da água da chuva após sua passagem pelas áreas de captação já foi verificada por outros autores (JAQUES, 2005; MELIDIS et al, 2006; PETERS, 2006), que compararam qualidade da água coletada da atmosfera e de telhados, construídos não somente em cimento amianto, mas também em outros materiais como cerâmica e concreto. Esse comportamento do pH deve-se ao fato que os compostos presentes na atmosfera conferem o caráter ácido para a água da chuva, enquanto que ao passar pelas superfícies de captação seu pH é modificado, por influência do material que compõe essas áreas e das impurezas contidas nelas (HAGEMANN, 2009).

No Gráfico 4 são apresentados os valores de DQO obtidos.

Gráfico 4 - Valores obtidos de DQO (mg/L)



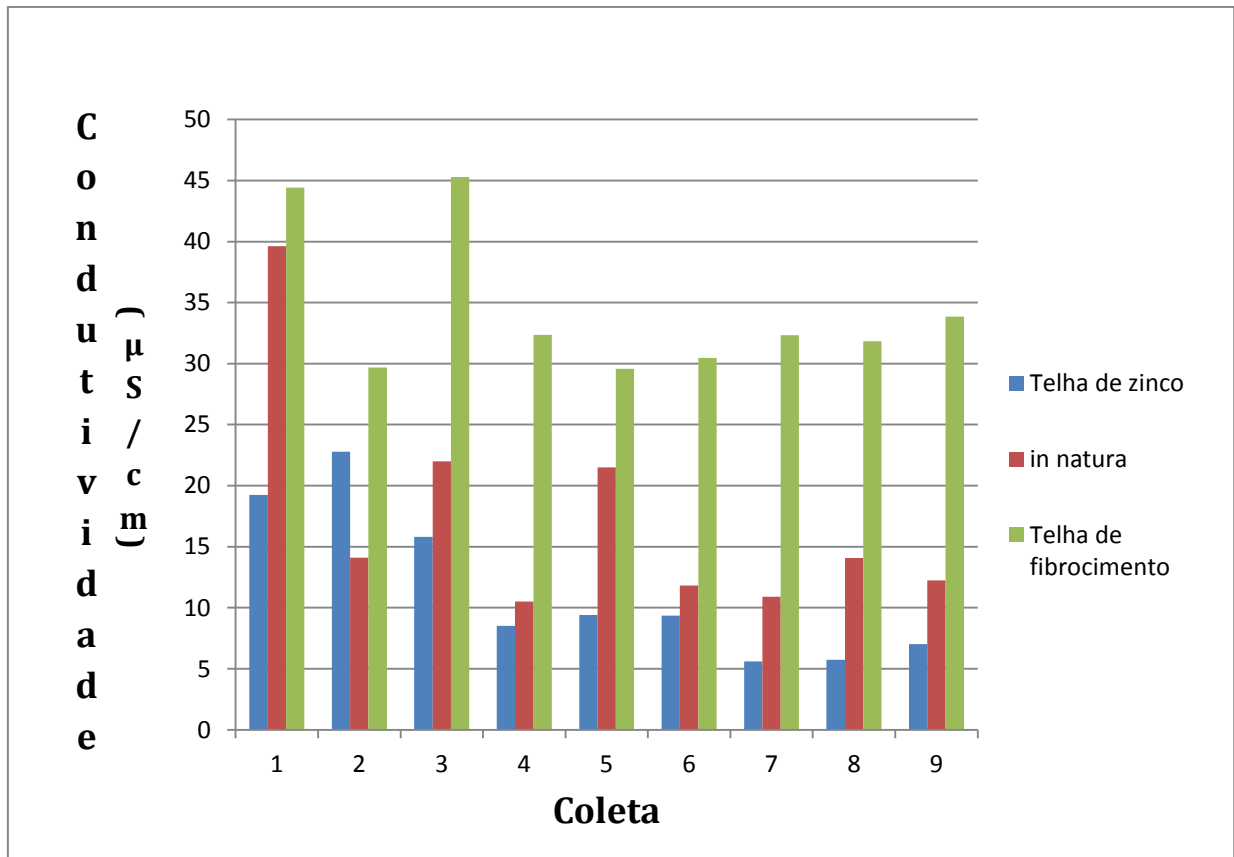
A demanda química de oxigênio (DQO) é um parâmetro, que embora não seja estabelecido pela resolução indica a carga poluidora ou degradação da matéria orgânica.

Na DQO os valores mais altos são observados na água coletada na coleta 4 e 9 no telhado de fibrocimento. Esses valores podem ter relação com a grande quantidade de aves que estão no local, depositando matéria orgânica no telhado.

As coletas 5 e 8 apresentaram os menores valores, indicando pouca concentração de matéria orgânica em decomposição. Em seguida o telhado de zinco e In Natura na coleta 4, apresentaram também valores mais baixos que as demais amostras.

Pode se observar que os valores da DQO são constantes no mesmo dia em que foram coletadas, independente do local.

A condutividade elétrica foi um dos parâmetros com variação ao longo de uma amostra á outra. A diferença entre a condutividade foi mais significativa entre a primeira e a segunda amostra da água coletada diretamente da atmosfera e primeira, segunda e terceira amostra de água coletadas no telhado de fibrocimento. Entre as amostras seguintes essa variação foi menor.

Gráfico 5 - Valores obtidos de condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

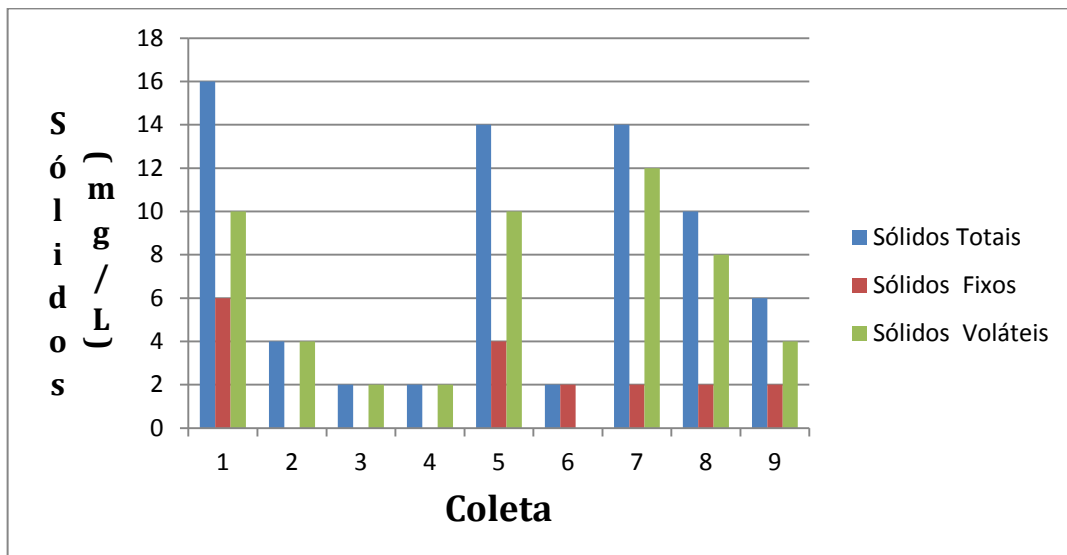
Entre os 3 pontos coletados os valores mais elevados de condutividade elétrica ocorreram na água coletada não telhado de fibrocimento, provavelmente em função dos materiais depositados sobre o telhado, muitos deles na forma de sólidos dissolvidos.

Lima et al. (2009) ao estudarem a água da chuva em Curitiba-PR, relacionaram o aumento da condutividade com a presença de poluentes na atmosfera, assim como, Marques et al. (2010) que ao estudarem a chuva em Cuiabá-MT correlacionaram o aumento da condutividade com a elevação da concentração de poluentes na atmosfera, tais como, NO_3^- e SO_4^{2-} , frutos das ações antropogênicas como escapamentos de carros e chaminés de indústrias. Neste estudo, a condutividade elétrica também pode ser usada como indicador de poluição, pois nos locais com maior fluxo de veículos a condutividade foi maior, mesmo no início da chuva. Em locais com pouca circulação de veículos e com maior quantidade de árvores o valor obtido da condutividade foi menor (PEREIRA; MARTINS, 2005).

Isso explica a elevação de condutividade na água coletada no edifício, pois ele fica na região central de Campo Mourão, onde tem um fluxo grande de veículos e poluição, já as amostras in natura foram coletadas em um local onde o fluxo de veículos e poluição é menor e o barracão (telhado de zinco) fica um em lugar onde passam por dia pouquíssimos veículos.

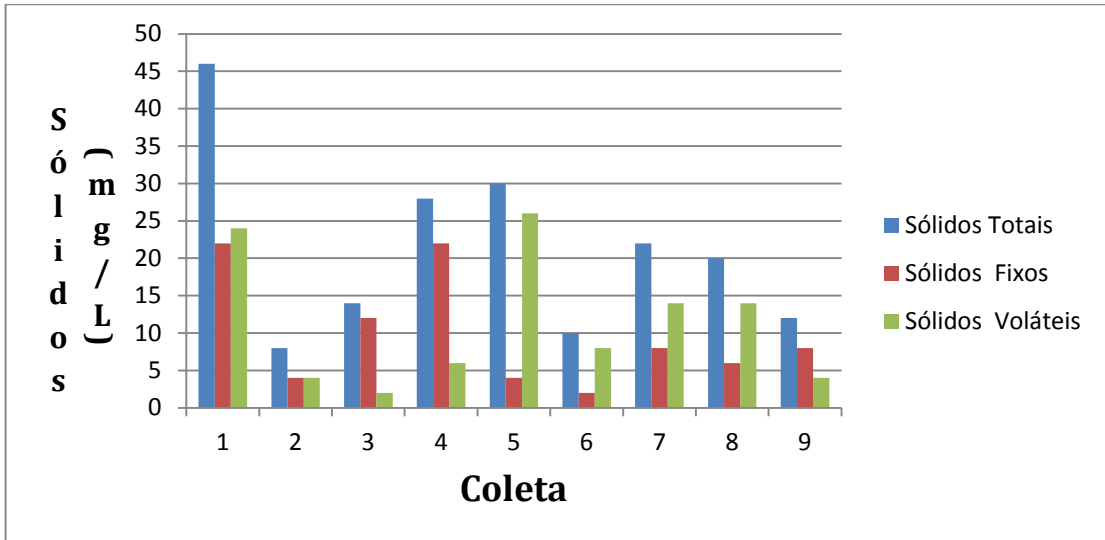
Pode-se observar no Gráfico 6, o teor de sólidos dissolvidos totais, fixos e voláteis para a água coletada no telhado de zinco, que na coleta 1, apresentou o maior valor, 16 mg/L, enquanto no coleta 3 e 4 verificou-se o menor valor, 2 mg/L.

Gráfico 6 - Valores obtidos de sólidos dissolvidos totais no telhado de zinco (mg/L)



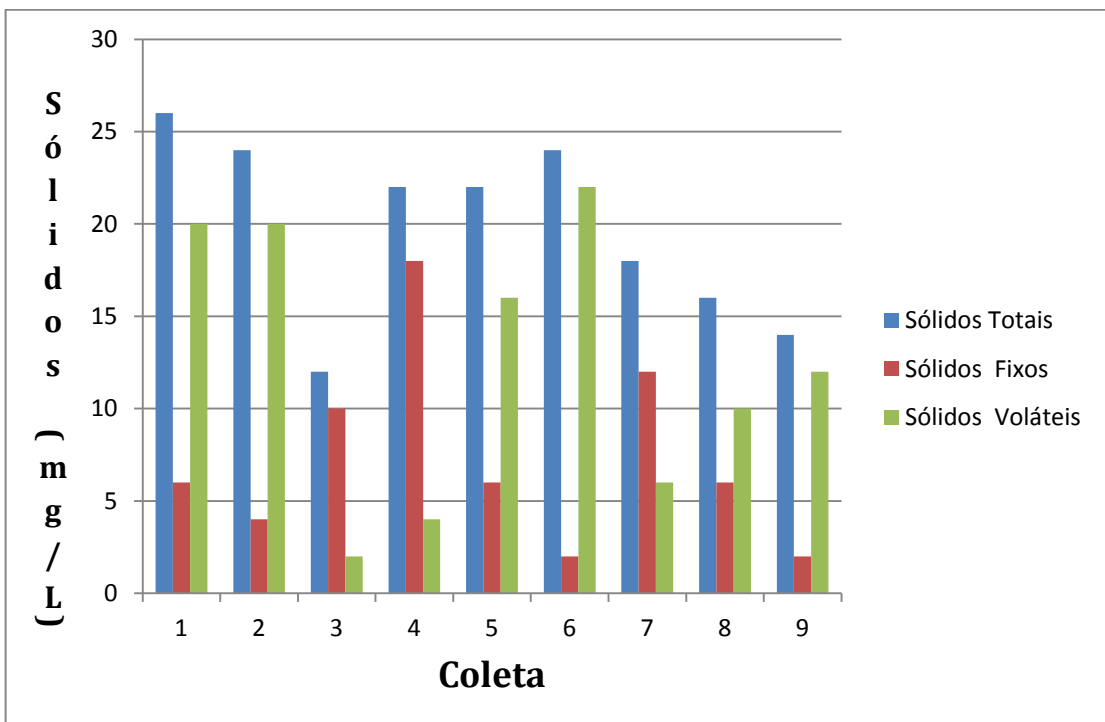
Nas amostras coletadas no telhado de zinco, nos sólidos dissolvidos totais o decréscimo das concentrações foi maior entre a primeira e a segunda, e entre a quinta e sexta amostra, ficando mais gradual nas amostras seguintes.

No Gráfico 7 são observados os teores de sólidos dissolvidos totais, fixos e voláteis para a água coletada in natura. Nas amostras coletadas na água in natura a concentração de sólidos totais variou entre 48 a 8 mg/L.

Gráfico 7 - Valores obtidos de sólidos dissolvidos totais in natura (mg/L)

O maior valor foi de 48 mg/L na coleta 1, o que possivelmente está relacionado aos maiores valores de turbidez também verificados.

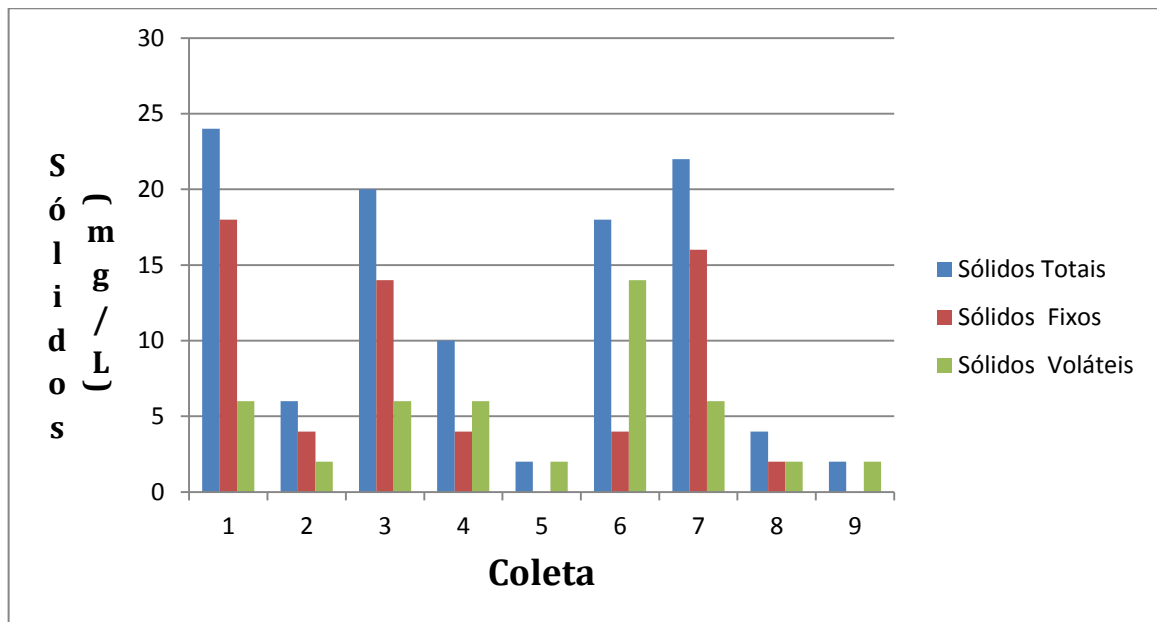
No Gráfico 8 pode-se observar que na coleta 1 apresentou o maior valor, 26 mg/L, enquanto na coleta 3 verificou-se o menor valor, 12 mg/L.

Gráfico 8 - Valores obtidos de sólidos dissolvidos totais no telhado de fibrocimento (mg/L)

No telhado de fibrocimento a concentração de sólidos totais dissolvidos variou entre 26 e 12 mg/L. O maior valor obtido foi na coleta 1.

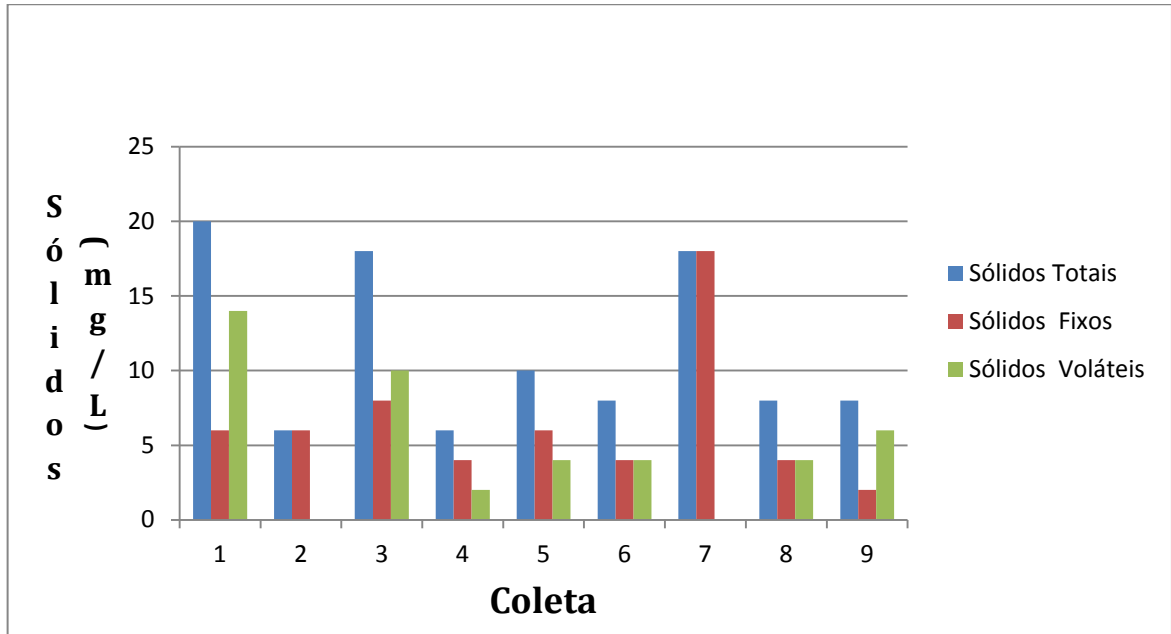
No telhado de zinco pra sólidos suspensos totais, no Gráfico 9 pode observar-se o maior valor de 24 mg/L na coleta 1, enquanto na coleta 5 e 9 verificou-se o menor valor de 2 mg/L.

Gráfico 9 - Valores obtidos de sólidos suspensos totais no telhado de zinco (mg/L)

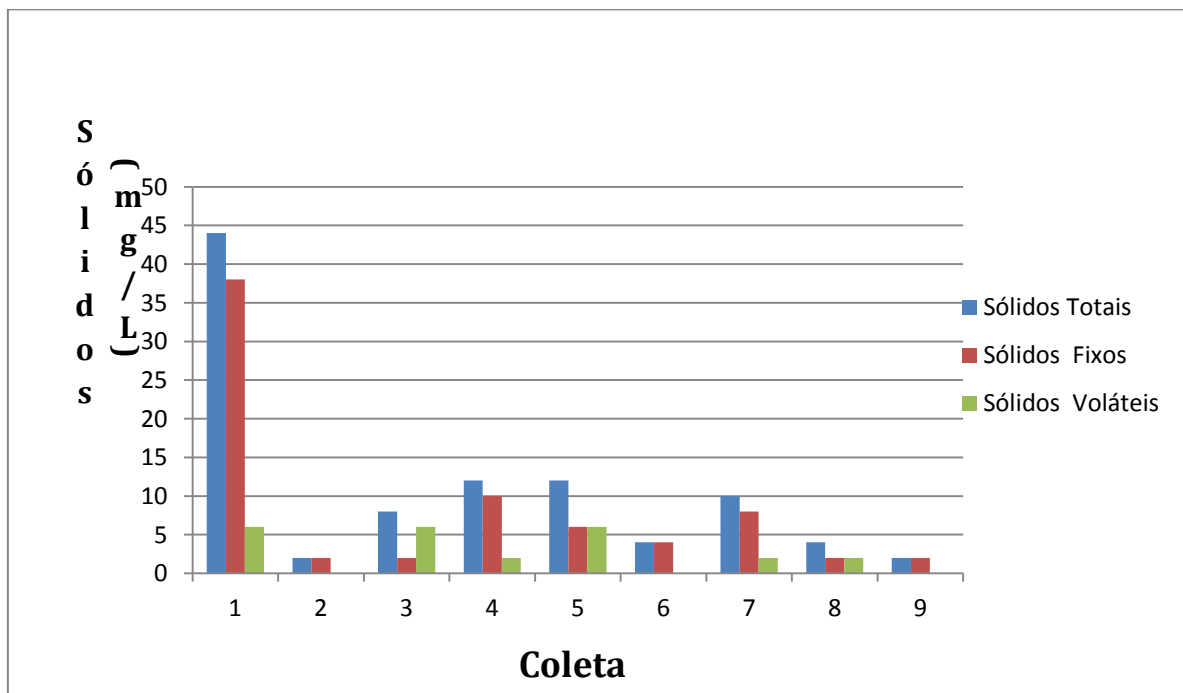


A concentração de sólidos suspensos apresentou um decréscimo menos acentuado de uma amostra para a outra. Os maiores valores observados são na primeira coleta.

Para os sólidos suspensos totais do Gráfico 10 observou-se o maior valor de 20 mg/L na coleta 1, enquanto na coleta 2 e 4 verificou-se o menor valor, 6 mg/L.

Gráfico 10 - Valores obtidos de sólidos suspensos totais in natura (mg/L)

No Gráfico 11 são apresentados os resultados de sólidos suspensos totais, maior valor é de 44 mg/L na coleta 1, enquanto na coleta 2 e 9 verificou-se o menor valor, 2 mg/L.

Gráfico 11 - Valores obtidos de sólidos suspensos totais no telhado de fibrocimento (mg/L)

Os demais valores variaram de 4 a 12 mg/L.

6 CONCLUSÃO

Baseado nos parâmetros analisados e comparados com o que dispõe as normas que estabelecem valores aceitáveis de água da chuva para o consumo não potável, para as suas necessidades básicas em uma edificação, a análise dos parâmetros físico-químicos permitiu verificar que, de maneira geral, a maioria dos valores encontrados, para todos os pontos amostrados, são condizentes com os parâmetros da NBR 15527/2007 e com o manual da ANA.

O primeiro dia da coletada in natura apresentou maior grau de impurezas em relação aos demais dias consecutivos. Em alguns dias a intensidade da chuva também apresentou influência direta na concentração de alguns parâmetros. Por esses motivos os valores de cor e turbidez encontram-se ligeiramente acima do estabelecido pela NBR 15527. Para os demais parâmetros analisados todos dos dias de coleta estão de acordo com as normas.

A água coletada no telhado de zinco apresentou melhores valores na turbidez e cor que os valores obtidos na coleta in natura. Para os sólidos totais os menores valores foram no telhado de zinco, todos os valores estão dentro do estipulado pela norma. Parâmetros como condutividade apresentaram valores mais altos no telhado de fibrocimento, indicando que parte da origem desses parâmetros é influência dos compostos presentes nos telhados e poluição do tráfego de veículos, que provocam profundas alterações na qualidade da água da chuva. Já o pH se manteve ácido na maioria das amostras, para o uso dessa água seria necessário a correção do pH.

Para sólidos suspensos os melhores valores são observados no telhado de fibrocimento. O pH nesse local em quase todas as coletas se aproximou do potencial hidrogeniônico neutro. Os valores de cor, turbidez e condutividade ficaram dentro das normas.

Analisando todos os parâmetros estabelecidos por norma para uso não potável, o telhado que teve melhores resultados foi o telhado de zinco. Com exceção do pH que ficou um pouco abaixo do mínimo exigido, porém pequenas correções no pH seriam necessárias para enquadrar este parâmetro nos limites da NBR 15527.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA, FIESP & SINCUSCON-SP. **Conservação e reúso de água em edificações:**

São Paulo: Prol Editora Gráfica. 2005. 152 p.

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis na região metropolitana de Vitória (ES)**. 2005. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **15527:2007. Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**. 24.09.2007 ed. Rio de Janeiro - RJ, 2007. 8 p.

BRITO, J. L. S. Mapeamento da cobertura vegetal natural e antrópica do bioma Cerrado por meio de imagens Landsat ETM+. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, 25 Abril 2009. 199-206.

CARDOSO, D.C; **Aproveitamento de Águas Pluviais em Habitações de Interesse Social – Caso: “Minha Casa Minha Vida”**. Monografia de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Feira de Santana-BA, 2010.

CROOK, J, apud SANTOS, H.F. **Crítérios de Qualidade da Água para Reuso**. Revista DAE 174, Dez 1993.

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP. Disponível em:<www.sabesp.com.br> Acesso 10/04/2017.

COSTA, R. H. P. G. Água: matéria-prima primordial à vida. In: TELLES, D. D. A. e **.Reúso da água: conceitos, teorias e práticas**. São Paulo: Blucher, 2010. cap. 1, p.1-12. ISBN 978-85-212-0536-4.

FENDRICH, R. **Coleta, Armazenamento, Utilização e Infiltração das Águas Pluviais na Drenagem Urbana**. Tese: Doutorado, curso de Pós-Graduação em Geologia Ambiental – Universidade federal do Paraná, Curitiba, 2002.

HAGEMANN, S. E. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA E DA VIABILIDADE DE SUA CAPTAÇÃO E USO**. 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rs, Brasil, 2009.

JAKUES, R. C. **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**. Dissertação de mestrado em Engenharia Ambiental. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

KITAMURA, M. **Aproveitamento de águas pluviais para uso não potável na PUCPR**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Ambiental. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2004.

Lei nº N° 1934, DE 23 DE MAIO DE 2005. **Programa De Conservação E Uso Racional Da Água Nas Edificações-PURAE**. Campo Mourão. Disponível em: <[https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/campo-mourao/lei-ordinaria/2005/194/1934/lei-ordinaria-n-1934-2005-cria-no-municipio-de-campo-mourao-o-programa-de-conservacao-e-uso-razional-da-agua-nas-edificacoes-purae?q=captado de agua](https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/campo-mourao/lei-ordinaria/2005/194/1934/lei-ordinaria-n-1934-2005-cria-no-municipio-de-campo-mourao-o-programa-de-conservacao-e-uso-razional-da-agua-nas-edificacoes-purae?q=captado%20de%20agua)>. Acesso em: 16 jun. 2017

Lima, A.N. et al, **Caracterização físico-química da água de chuva para usos não potáveis no câmpus Campo Mourão da Universidade federal de Paraná, PR**, XVIII Simpósio de recursos hídricos, 2009.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 159 (Dissertação). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Univesidade de São Paulo, São Paulo.

MELIDIS, P. et al. **Characterization of rain and roof drainage water quality in Xanthi, Greece**. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 127, n. 1-3, p. 15-27, 2006.

Metodologias De Análises De Águas E Efluentes Líquidos. Laboratório De Saneamento Ambiental-LSA. **Determinação Da Demanda Química De Oxigênio - DQO**. 1 p.

PEREIRA, K. O; MARTINS, L. H. B. **Avaliação da condutividade elétrica da água da chuva como indicador de poluição**. Instituto Federal de Santa Catarina, Lages-sc, p.1-4,2005.

PETERS, M.R. **Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial**. 2006. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

PORTO, R. L *et al.*. **Hidrologia Ambiental**. Coleção ABRH, Volume 3, Edusp, São Paulo, 1991.

REBOUÇAS, A. D. C. **Uso Inteligente da água**. São Paulo: Escrituras Editora, 2004. 19-30 ISBN 85-7531-123-1.

SILVA, C. V., **“Qualidade da água de chuva para consumo humano armazenada em cisternas de placa. Estudo de caso: Araçuaí – MG”**. Universidade Federal de

Minas Gerais (UFMG). Programa de pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Dissertação de mestrado, Belo Horizonte, 2006.

SILVEIRA, B. Q.; **Reuso Da Água Pluvial Em Edificações Residenciais**, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte-MG, 2008.

Tem Sustentável. **Como economizar água no uso de vasos sanitários e mictórios?**. 2017. Disponível em: <<http://www.temsustentavel.com.br/como-economizar-agua-no-uso-de-vasos-sanitarios-e-mictorios/>>. Acesso em: 22 de Fevereiro 2017.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva**. São Paulo: Navegar Editora, 2005. ISBN 85-876778-23-x.

VILLIERS, M. D. **Água - como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.